ESTUDO DE ESTRUTURAS SEDIMENTARES DE LEQUES ALUVIAIS EM AMBIENTE ÚMIDO, NO MUNICÍPIO DE GUARAPUAVA, PARANÁ - BRASIL

Leandro Vagner MASCARELLO[1]
Maurício Camargo FILHO[2]

RESUMO

O estudo das estruturas de deposição é de grande relevância na interpretação das condições hidrodinâmicas que resultaram em tais estruturas. O presente trabalho, tem por objetivo, caracterizar as estruturas sedimentares em leque aluvial oriundo de erosão acelerada do solo em vertente convexo-côncava, existente no Km 11 da estrada do Guairacá, município de Guarapuava, centro-sul do estado do Paraná - Brasil. Para Guerra (2003, p.153), leque aluvial ou cone de dejeção "é depósito de material detrítico que aparece abaixo do canal de escoamento de uma torrente." A área de estudos, localizada nas coordenadas UTM 0456410/7200753. compreende uma encosta de aproximadamente "240 metros de extensão, com declividade média de 15º, onde seis incisões erosivas apresentam, na sua maioria, paredes abruptas e fundo chato, com dois a três dígitos ligados ao canal principal" (Mascarello e Camargo Filho, 2004 p.125). Estas incisões, classificadas como voçorocas, podem se estender por 200 a 130 metros na encosta, com profundidades médias que variam de 2 a 3 metros, sendo que algumas atingem o embasamento rochoso, constituído por basalto com decomposição esferoidal. Para a realização deste trabalho, alguns métodos, como a análise granulométrica em sedimentos inconsolidados de solo e impregnação de amostras indeformadas de solo para a microscopia ótica, estão sendo empregados, cujos resultados parciais permitem caracterizar estruturas de deposição. A granulometria revelou que a textura predominante no solo da encosta é areia franca, com baixa plasticidade. Os processos que predominaram na formação das incisões ainda não foram identificados. As amostras de solo indeformadas impregnadas, ainda que não tenham passado por uma descrição mais detalhada, macro e microscopicamente, mostram a presença de biotúbulos, resultantes de atividades biológicas, tanto de raízes quanto de insetos escavadores, ao longo de todo o leque (30 metros longitudinalmente e 70 metros transversalmente a encosta). Além destas feições pedológicas, as amostras indeformadas revelam a presença de estratificações plano-paralelas bem preservadas com mudanças visíveis na granulometria, o que evidencia os diferentes eventos deposicionais, originados, provavelmente, em condições hidrodinâmicas distintas. Descrições de campo demonstram que o perfil do leque, com aproximadamente 1,0 metro de espessura, apresenta cinco horizontes com características biológicas e pedológicas distintas a cada camada. A cor, descrita de acordo com a Munsell Soil Collor Chart, vai ser predominantemente 7.5YR 3/3 (bruno escuro) nas camadas. No perfil construído foram identificadas lâminas de argila, bem como concentração de matéria orgânica, sob a forma de carvão, com aspecto fibroso, originados aparentemente da decomposição de raízes de plantas. Intercalados, ou sobrepostos as lâminas argilosas, há concentração de grânulos, que variam de 5 mm a 8 mm e se estendem por no máximo 1,00 a 1,20 metros. Pode-se também, verificar no perfil do leque, a presença de fendas de dessecação que se aprofundam por aproximadamente 0,70 metro. Ainda sobre a caracterização pedológica do leque, o mesmo possui porosidade aparentemente elevada, devido à predominância de areia, o que facilita a percolação de água e materiais lixiviados dentro do perfil do leque. Coletas de amostras foram feitas, com

[1] Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO, Acadêmico do 4º Ano do Curso de Geografia, Estagiário do Laboratório de Geomorfologia e Geologia, leragebr@yahoo.com.br
[2] Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO, Professor do Departamento de Geografia, mauricio@unicentro.br

anéis volumétricos, a fim de se fazer ensaios de densidade real e aparente, em laboratório. Ainda em laboratório, será feita a confecção de lâminas delgadas para micromorfologia, com o objetivo de fazer uma análise mais acurada das microestruturas identificadas no leque.

1 - INTRODUÇÃO

Segundo Bigarella e Mazuchowski (1985, p. 161), os corpos pedológicos são, sem sobra de dúvida, uma das maiores "riquezas renováveis que dispomos. Uma vez degradados, sua recuperação é extremamente onerosa. A natureza necessita de tempo bastante longo para formar um perfil de solo, muitas dezenas ou mesmo centenas de anos. O homem ao empregar tecnologias não adaptadas à conservação do meio ambiente, pode destruir um solo bem desenvolvido em apenas poucos anos de cultivo".

A erosão dos solos é um problema em escala mundial, que se distribui por todo o mundo de forma heterogênea. Os países em desenvolvimento, com regimes de chuvas tropicais, sofrem mais com esse problema, que é apontado por Blaikie (1985) como causa e conseqüência do subdesenvolvimento, devido ao fato de que a degradação dos solos não implica somente problemas de cunho ambiental mas também social e econômico. Vários são os fatores que levam à ocorrência de processos erosivos, inclusive as atividades humanas, no tocante à apropriação dos recursos naturais que muitas vezes não é feita de maneira correta. Para Guerra (2001, p.165), "a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção (detachment) de partículas, e outra que é o transporte desse material, efetuado pelos agentes erosivos".

Compreendendo a importância do tema no âmbito local e no meio científico e acadêmico, o presente trabalho objetiva a identificação e caracterização das formas resultantes de processos erosivos, a fim de melhor compreender sua dinâmica. Para a realização de tal pesquisa, foi escolhida uma encosta localizada no Km 11 da estrada do Guairacá, no município de Guarapuava, Centro – Sul do estado do Paraná – Brasil. Nessa encosta, as formas resultantes dos processos erosivos acelerados, se constituem em leques aluviais de ambientes úmidos.

1.1 - Caracterização Geral do Município de Guarapuava

Localizado na porção centro-sul do estado do Paraná (Figura 01), o município de Guarapuava está situado sobre o Terceiro Planalto Paranaense, também designado de Planalto de Guarapuava, que segundo Maack (1981), é o nome antigo dado ao Terceiro Planalto em uma época em que não existiam as grandes cidades do Norte do Paraná, como Maringá e Londrina. "Está situado entre as coordenadas geográficas 25º 23' 36" latitude Sul e 51º 27' 19" longitude Oeste a uma altitude de 1.200m, com uma área territorial de 3.154 Km².

De acordo com Camargo Filho (1997, p.4), a "estrutura geológica do Planalto de Guarapuava é composta pelos derrames de lavas vulcânicas jurássico-cretácicas, constituintes da Formação Serra Geral e por depósitos areníticos intercalados, considerados como pertencentes à Formação Botucatu". A morfologia local é constituída por morros, nas porções pouco elevadas, e por amplas e planas colinas, em regiões mais elevadas (CAMARGO FILHO, 1997).

No tocante aos solos, estudos feitos por Müller & Pott (2004) revelam, no município de Guarapuava, a presença de NEOSSOLOS, NITOSSOLOS (abrange boa parte dos solos anteriormente classificados como terra rocha estruturada e terra bruna estruturada), NEOSSOLOS REGOLÍTICOS (antigos regossolos, onde o contato com a rocha ocorre abaixo de 50cm a partir da superfície) e NEOSSOLOS LITÓLICOS (antigos solos litólicos, que tem seu contato lítico a menos de 50cm da superfície).

FIGURA 1 – Mapa de localização.
FONTE: Prefeitura Municipal de Guarapuava, 2003.

Para Muller e Pott (2004, p. 79) os solos se apresentam "argilosos, muitas vezes plásticos e pegajosos e, aparentemente, ricos em ferro (fe), inferência que deriva da variação de cores da matriz do solo (vermelha-amarela) e da presença, em vários perfis, de plintita e petroplintita, atributos diagnósticos no solo de segregação de Fe relacionada a ciclos alternados de umedecimento e secagem".

A cobertura vegetal da região é constituída por duas classes de formações fitofisionômicas; "os campos gramíneo-lenhosos e as matas de Araucária" (CAMARGO FILHO, 1997, p.66). Típico de Guarapuava são as estepes suavemente onduladas, com campos limpos, capões e matas galerias. Segundo Galvão (1999) encontra-se, também, florestas remanescentes do tipo subtropical perenifólia, onde predominam árvores de porte como pinheiro, imbuía e cedro, além da presença de vegetação campestre subtropical, com diversidade de gramíneas, predominantemente o capim barba-de-bode.

Baseando-se nos dados da Estação Agrometeorológica de Guarapuava e nas características climáticas do município, o IAPAR (2000), considera que, segundo Köppen, o clima regional é do tipo Cfb – clima temperado úmido, sem estação seca e média do mês mais frio inferior a 18ºC. De acordo com Thomaz & Vestena (2003), entre os anos de 1976 e 2000, a precipitação pluviométrica em Guarapuava apresentou uma média de 1.961mm. Os anos de 1983 (3.168,4mm) e 1998 (2.456,6mm) foram os mais chuvosos, e os anos de 1985 (1262,1mm) e 1988 (1.308mm), os mais secos. As chuvas mais intensas são registradas mais freqüentemente nos meses de maio e setembro.

Dados do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), extraídos da estação 25215130 localizada no município de Guarapuava, a uma altitude de 1070m, a 25º 35´Latitude Sul e 51º 5´Longitude Oeste, sobre a precipitação pluviométrica do ano de 2004, mostram que o mês mais chuvoso foi o mês de outubro (340,6mm) enquanto que o mês mais seco foi agosto (37,2mm), como mostra a figura 2, sendo que a precipitação média para o ano de 2004 foi de 144,3mm. A temperatura média anual em 2004 foi de 14,5ºC, sendo que a temperatura mais elevada foi registrada no mês de setembro (31,7ºC) e a temperatura mais baixa, em junho (-3,1ºC). A direção dos ventos predominantes é NE (31,6%) e E (29,9%), seguidos por ventos de N (10,5%). Os meses de setembro, outubro e novembro são os mais ventosos, com média de 3,0m/s SW, 3,5 m/s NE e 3,2 m/s SW, respectivamente.

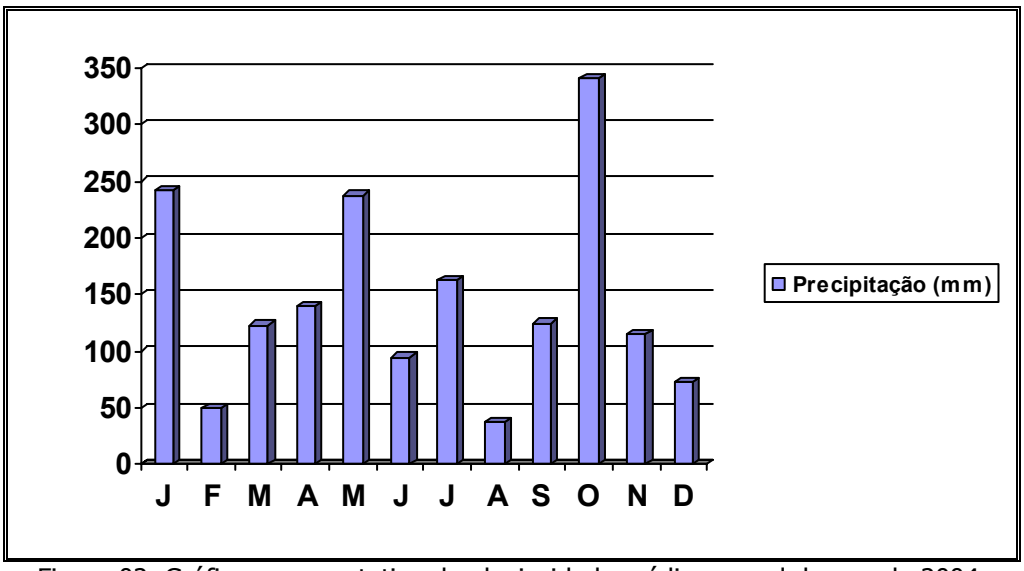

Figura 02. Gráfico representativo da pluviosidade média mensal do ano de 2004.

2 - MÉTODOS e TÉCNICAS

Para a realização da pesquisa os métodos e técnicas empregados estão descritos abaixo

2.1 - De campo

Os trabalhos de campo foram realizados com o intuito de se fazer um reconhecimento e caracterização geral da área de estudo bem como compreender melhor os aspectos relacionados à erosão e à formação do leque aluvial. Nesses trabalhos foram efetuadas:

a) a medição das incisões encontradas na encosta (comprimento, largura, profundidade), feita com metro e trena ao longo da encosta e das incisões;

b) abertura de três janelas em dois pontos do perfil do leque, denominadas de J1P1 (janela 1 do ponto 1), J1P2 (janela 1 do ponto 2) e J2P2 (janela 2 do ponto 2);

c) coleta de amostras deformadas de solo para análise granulométrica e construção de pedocomparador (total de 27 amostras, sendo 07 na J1P1/ 10 na J1P2/ 10 na J2P2, coletadas a cada 0,10m a partir da superfície);

d) coleta de amostras indeformadas de solo para impregnação, usadas na micromorfologia (total de 08 amostras, sendo 02 na J1P1, amostra 01 coletada à 0,50m e amostra 02 coletada à 0,25 m/ 02 na J1P2, amostra 01 coletada à 0,70m e amostra 02 coletada à 0,35m/ 04 na J2P2, amostra 01 coletada à 0,90m, amostra 02 à 0,60m, amostra 03 à 0,32 e amostra 04 à 0,10m, a partir da superfície);

e) coleta de amostras de solo para obtenção da densidade real e aparente (05 amostras, coletadas entre J1P2 e J2P2, sendo que suas profundidades estão representadas na tabela1);

f) descrição de detalhe, no perfil do leque aluvial, de cor (*Munsell Color Soil Chart*), textura e plasticidade.

2.2 - De laboratório

2.2.1 - Análise Granulométrica

As 27 amostras coletadas do perfil do leque foram analisadas no Laboratório de Geomorfologia da Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO, seguindo os procedimentos de rotina do mesmo laboratório, descritos a seguir.

Inicialmente as amostras foram levadas a estufa para secagem, onde permaneceram sob uma temperatura de 65ºC durante 24 horas. Na seqüência efetuou-se a desagregação mecânica preliminar com o auxílio de gral de porcelana envolto em borracha, de forma a evitar a fragmentação dos grãos individuais, reduzindo a amostra à terra fina. Posteriormente, o material resultante da desagregação, foi pesado e separado através de um jogo de peneiras de 0,125, 0,25, 0,50, 1,0, 1,70 e 4,0mm, as quais foram sobrepostas de forma que a abertura das malhas aumentasse de baixo para cima. O material foi colocado sobre a peneira superior do conjunto, o qual foi levado a um agitador manual, sendo agitado por 10 minutos. Efetuada a separação, o material contido em cada uma das peneiras citadas foi novamente pesado e os resultados anotados em papel apropriado. O material que não ficou retido no jogo de peneiras, ou seja, menor do que 0,125mm, foi acondicionado em um copo plástico juntamente com uma solução dispersante de 25ml de hidróxido de sódio 5% (NaOH) e 25ml de água destilada, permanecendo por um período mínimo de 16 horas.

Decorrido o período de tempo necessário à ação do dispersante, a amostra foi transferida para uma peneira de 0,052mm, onde a mesma foi lavada com água destilada a fim de obter-se partículas menores que o diâmetro da peneira. O material resultante desse processo foi acondicionado em uma proveta graduada de 1.000 ml, para posterior pipetagem. As areias residuais (> 0,052mm), resultantes da separação por via úmida e que permaneceram na malha da peneira, foram colhidas em uma placa de vidro e levadas a estufa para secagem a uma temperatura de 85ºC. Durante a pipetagem, a temperatura ambiente foi mantida a 21ºC, calculando-se a partir desta temperatura, segundo a lei de STOKE, das velocidades de decantação, o tempo necessário para se efetuar as pipetagens. Neste caso, o tempo calculado para a coleta das partículas, segundo seus tamanhos, foi de 1 min 55 seg., 7 min 40 seg., 30 min 40 seg., e por fim, 1h 1min 19 seg. respectivamente.

As amostras, contidas em provetas de 1.000ml, foram agitadas durante um minuto, a partir do qual se procedeu a contagem do tempo necessário a coleta das partículas. Cada uma das quatro pipetagens ocorreu a uma profundidade de 10cm onde se coletou, com o auxílio de uma pipeta, 50 ml de material, que foi depositado em copos de becker previamente pesados. Esses copos, posteriormente, foram levados à estufa numa temperatura de 85ºC para secagem. Efetuada a secagem das amostras, estas foram pesadas em balaça de precisão e os dados anotados em formulário apropriado , para serem usados posteriormente para confecção do diagrama triangular de classifcação de sedimentos clásticos de cordo com a granulometria.

2.2.2 - Impregnação de amostras indeformadas de solo para microscopia e micromorfologia:

As amostras indeformadas de solo (8 amostras) após coletadas, sob a forma de monolitos (para preservar sua estrutura), foram transportadas até o Laboratório de Geomorfologia da Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO, onde, de acordo com os procedimentos estabelecidos no próprio laboratório, baseados em Castro (1999) foram impregnadas. A impregnação das amostras se deu de acordo com as etapas seguintes: Depois de secas, a uma temperatura de 50ºC por um período de 24 horas, foi efetuada a impregnação das amostras por ascensão capilar, feita com com uma solução à base de resina de poliéster e monômero de estireno, inserida paulatinamente na amostra indeformada. Posteriormente, após endurecer, a amostra foi fatiada em lâminas com espessuras de 0,4cm. As fatias das amostras serão enviadas ao Laboratório de Laminação da Universidade de São Paulo, USP, para serem coladas em lâminas delgadas, atingindo a espessura de 30µ, para posterior descrição micromorfológica em microscópio do tipo petrográfico.

2.2.3 - Determinação da Densidade Aparente

Para a obtenção da densidade aparente das amostras foi aplicado o método do anel volumétrico. A determinação da densidade aparente das amostras, coletadas em anéis volumétricos, foi determinada segundo o Manual de Métodos de Análises de Solo, do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA (1979). Tal procedimento consiste em:

a - Determinar o volume do anel volumétrico que contém a amostra;

b - Pesar o conjunto a anotar o peso, ou trasferir a amostra para lata de alumínio numerada e de peso conhecido, e pesar;

c - Colocar na estufa e, após 24 e 48 horas, retirar, deixar resfriar e pesar;

d - Calcular a densidade aparente da amostra pela expressão: Densidade aparente (g/cm³) = peso da amostra seca a 105ºC / volume do anel.

2.2.4 - Determinação da Densidade Real:

A densidade real das amostras foi determinada utilizando-se do método do balão volumétrico, descrito no Manual de Métodos de Análises de Solo, do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA (1979). O processo procede de acordo com as seguintes etapas:

a - Pesar 20g de terra fina, colocar em lata de alumínio de peso conhecido, levar à estufa, deixar por 6 a 12 horas, dessecar e pesar, a fim de se obter o peso da amostra seca a 105ºC;

b - Transferir a amostra para balão aferido de 50 ml, usando um funil e um pincel de cabelo;

c - Adicionar álcool etílico de bureta de 50 ml, agitando bem o balão para eliminar as bolhas de ar que se formam;

d - Prosseguir com a operação vagarosamente, até a ausência de bolhas e completar o volume do balão;

e - Anotar o volume de álcool gasto;

f - Calcular a densidade real da amostra pela expressão: Densidade real (g/cm³) = peso da amostra seca a 105ºC / (50 – volume de álcool gasto).

2.3 - De gabinete

O trabalho de gabinete consistiu, inicialmente, no levantamento aerofotogramétrico da área no intuíto de localizar formas erosivas e leques aluviais. Para tanto foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:20.000 do ano de 2003. Além desse trabalho os dados de campo e de laboratório foram parcialmente tabulados e correlacionados, resultando em gráficos e tabelas. Ainda em gabinete, foi levantado o acervo bibliográfico utilizado na pesquisa.

3 - Resultados

Apesar da pesquisa ainda estar em andamento, alguns resultados parciais já foram obtidos. Em relação à caracterização da área, a mesma compreende uma encosta convexo-côncava com declividade média de 15º e 220metros de extensão. O uso do solo na encosta é destinado a criação de gado, fator que acelera os processos erosivos pelo fato de que o pisoteio do gado provoca a compactação do solo, diminuindo a inflitração e favorecendo o escoamento superficial. As feições erosivas na encosta se apresentam na forma de voçorocas e possuem profundidade média de 2,0m; largura de 2,5m e 45,0m de extensão, sendo que em alguns casos atingem o embasamento rochoso, o qual é constituído por

basaltos alterados, muitas vezes com esfoliação esferoidal. As incisões apresentam, na sua maioria, paredes abruptas e fundo chato, tendo, em alguns casos, dois a três dígitos ligados ao canal principal. As voçorocas, um total de seis incisões, ocupam 200 a 130m da encosta.

Os resultados de análise de densidade real e densidade aparente do leque aluvial estão expressos na tabela 1. Segundo Jorge (1985), a densidade aparente corresponde a massa de solo seco por unidade de volume aparente, ou seja, volume de solo ao natural, inclusive os espaços ocupados pelo ar e pela água. Ela está relacionada com a estrutura e o grau de compactação do solo. Assim sendo, quanto menos estruturado e mais compacto for o solo, maior será sua massa específica. O que se pode observar, na tabela 1, é que os menores valores de densidade aparente foram identificadas nas amostras 2 e 3, que correspondem as camadas constituídas por lentes e estratos formados por material mais grosso. Já a amostra 5 corresponde ao horizonte "A", extremamente bioturbado.

Por outro lado, a densidade real representa a massa específica das partículas sólidas do solo (CAMARGO, 1998). Ela varia entre limites muito próximos, de 2,4 a 2,9 g/cm³. Seus valores independem da estrutura ou da compactação do solo. Os resultados obtidos para o leque aluvial, objeto deste trabalho, indicam variação entre as amostras 4 e 1, com progressivo aumento de densidade em direção a esta ultima amostra. A exceção é a amostra 5, que corresponde ao horizonte "A", cuja densidade real (2,77 g/cm³) é maior que a da unidade subjacente (amostra 4 com 2,500 g/cm³).

Tabela 1. Valores da Densidade Aparente e Densidade Real das Amostras Coletadas do Perfil do Leque Aluvial.

Amostra nº	Profundidade (m)	Densidade Aparente (g/cm³)	Densidade Real (g/cm³)
05	0,10	0,874	2,777
04	0,40	1,079	2,500
03	0,59	0,917	2,816
02	0,71	0,739	2,857
01	0,82	1,207	2,898

Elaborada por MASCARELLO, 2005

Com os valores quantitativos, obtidos na análise granulométrica dos sedimentos, foram confeccionados diagramas triangulares de classificação de sedimentos clásticos de acordo com Shepard (1954), modificado por Bigarella (1966), para cada janela estudada (Figura 3, Figura 4 e Figura 5).

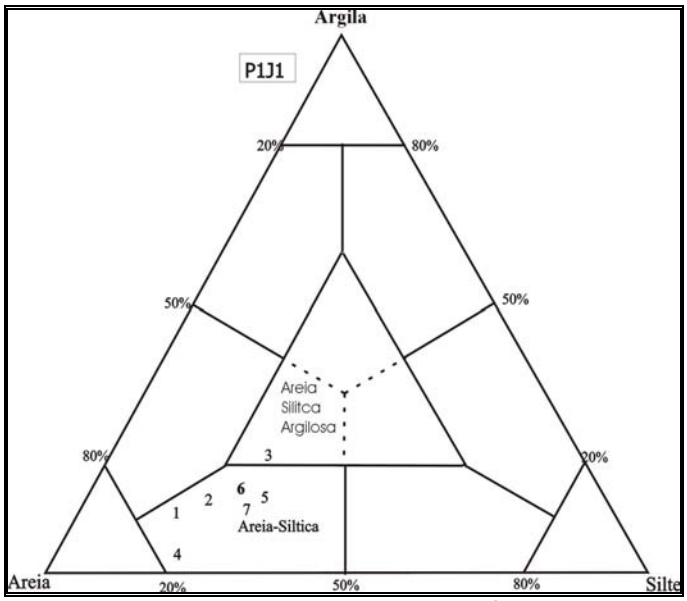

Figura 3. Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos de acordo com a granulometria (Segundo Shepard 1954; modificado por Bigarella, 1966) para P1J1.

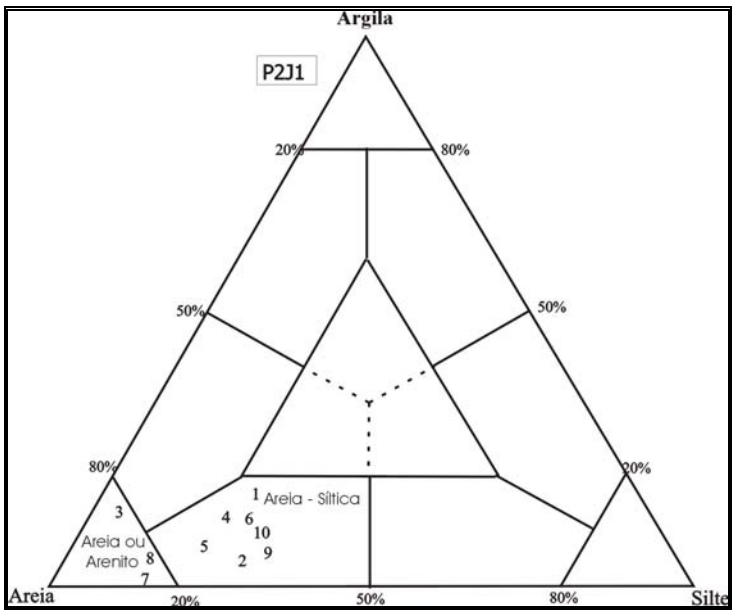

Figura 4. Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos de acordo com a granulometria (Segundo Shepard 1954; modificado por Bigarella, 1966) para P2 J1.

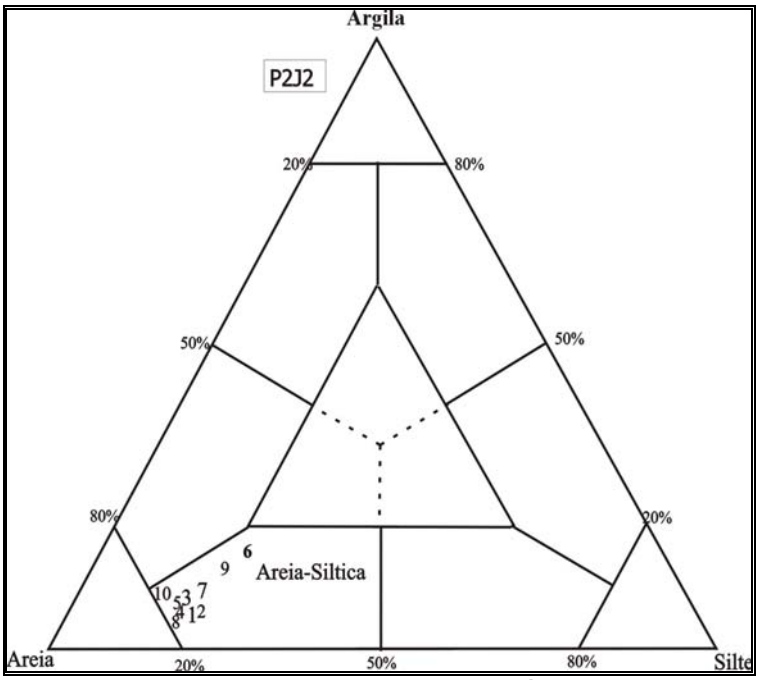

Figura 5. Diagrama triangular de classificação de sedimentos clásticos de acordo com a granulometria (Segundo Shepard 1954; modificado por Bigarella, 1966) para P2J2.

Basando-se nos triângulos de classificação de sedimentos, de acordo com a granulometria, pôde-se verificar que a textura que predomina no perfil do leque aluvial é areia-siltica, tendo uma pequena variação para areia e areia-siltica-argilosa, sendo que os processos que originaram tais estruturas ainda não foram identificados.

As amostras de solo indeformadas impregnadas, ainda que não tenham passado por uma descrição mais detalhada, macro e microscopicamente, mostram a presença de biotúbulos, resultantes de atividades biológicas, tanto de raízes quanto de insetos escavadores, ao longo de todo o leque (30 metros longitudinalmente e 70 metros transversalmente a encosta).

Na descrição de detalhe do perfil do leque, feita em campo, verificou-se que existe uma variação nas características morfológicas do mesmo, sendo possível distinguir cinco seções

com características pedológicas distintas. Na **seção 1**, o material encontrado é o solo de origem da encosta, o qual apresenta uma textura argilo-siltosa, estrutura prismática, umidade baixa, não mosqueado, plasticidade baixa, com poucas raízes. A cor que predomina na seção é 5Y/R 4/6.

Já a **seção 2**, se apresenta sob a forma de lente constituída por grânulos de argila e areia, material altamente poroso, plasticidade baixa, não mosqueado. A cor identificada foi 7.5 Y/R 3/3. A **seção 3** tem textura areno-siltosa e concentração de grânulos. Nessa seção, que apresenta baixa plasticidade e umidade, verificou-se intensa bioturbação, pela ação de raízes. A cor é bruno-escuro (7.5Y/R 3/4).

A **seção 4** possui material mais denso com textura argilo-siltosa. Apresenta ainda lentes alternadas com empilhamento intergranular. Foi identificada nessa seção, lâminas de argila, bem como concentração de matéria orgânica, sob a forma de carvão, com aspecto fibroso, originados aparentemente da decomposição de raízes de plantas. A cor predominante na seção é 7.5Y/R 3/3.

Na **seção 5**, mais próximo à superfície, denominado de horizonte A, a textura que predomina é areno-siltosa. O material não apresenta mosqueamento e tem uma plasticidade e umidade baixas, com estrutura prismática sem estratificação visível. O material nessa seção sofre uma intensa bioturbação. A cor caracterizada na seção 5 é 7.5 Y/R 3/3.

Digno de nota é a presença de estratificações plano-paralelas bem preservadas, mostrando uma variação granulomética entre os horizontes do leque, o que evidencia os diferentes eventos deposicionais que originaram o leque aluvial.

4 - REFERÊNCIAS

BIGARELLA,J.J.; MAZUCHOWSKI, J.Z. Aspectos pedológicos. In: BIGARELLA,J.J.; MAZUCHOWSKI, J.Z. (Org). **3º Simpósio nacional de controle de erosão.** Curitiba: 1985. p. 133–145.

BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; MARQUES FILHO, P.L. Estruturas e texturas da formação furnas e sua significação paleogeográfica. In: **bol. Univ. Federal do Parana**, Curitiba, n.18, p. 01-17, 1966.

CASTRO,S.S. Miromorfologia de solos aplicada ao diagnóstico de erosão. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S da; BOTELLHO, R.G.M. (Org). **Erosão e conservação dos solos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 199, p. 127-163.

CAMARGO, G. **Processos de erosão no Centro e Sul do Segundo Planalto** Paranaense: evolução de encostas e influência da erosão subterrânea na expansão de voçorocas. Florianópolis: 1998. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 210p.

CAMARGO FILHO, M. **Aspectos fundamentais da evolução geomorfológica cenozóica de bacia do rio das pedras - Guarapuava – PR.** Florianópolis: 1997. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina., 195p.

GUERRA, A.J.T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.da. (Org**). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 149-199.

GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário Geológio-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 153-154.

MAACK, R. Geografia física do estado Paraná. Rio de Janeiro: Livraria José Olympo Editora S.A., 1981. 442p.

Manual de métodos de análises de solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979.

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1973. 317p.

MÜLLER, M.M.L.; POTT,C.A. Cobertura pedológica na bacia do Rio das Pedras – Guarapuava/PR. In: BATTISTELLI, M.; CAMARGO FILHO, M.; HEERDT, B. (Org.). **Proteção e manejo da bacia do Rio das Pedras**. Guarapuava: Editora B&D Ltda., 2004, p. 77- 83.

THOMAZ, E. L.; VESTENA; L. R. Aspectos climáticos de Guarapuava – PR. Guarapuava: Editora UNICENTRO, 2003. 106 p.